



(11) Numéro de publication: **0 535 762 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **92203053.1**

(51) Int. Cl.⁵: **H04L 5/22, H04J 13/00,
H04B 7/15, H04L 12/56,
H04J 3/16**

(22) Date de dépôt: **02.10.92**

(30) Priorité: **04.10.91 FR 9112257**

(43) Date de publication de la demande:
07.04.93 Bulletin 93/14

(84) Etats contractants désignés:
DE GB

(71) Demandeur: **FRANCE TELECOM**
Exploitant Autonome de Droit Public, 6,
Place d'Alleray
F-75015 Paris(FR)

(72) Inventeur: **Zeln Al Abedeen, Tarif**
9, av. Albert Bedouce
F-31400 Toulouse(FR)
Inventeur: **Maral, Gérard**
18 Lot. de Balandre
F-31120 Goyrans(FR)
Inventeur: **Seret, Dominique**
148 Allée de la Clairière
F-91190 Gif sur Yvette(FR)
Inventeur: **Tondriaux, Marc**
4 Place des Charmes
F-31320 Castanet(FR)

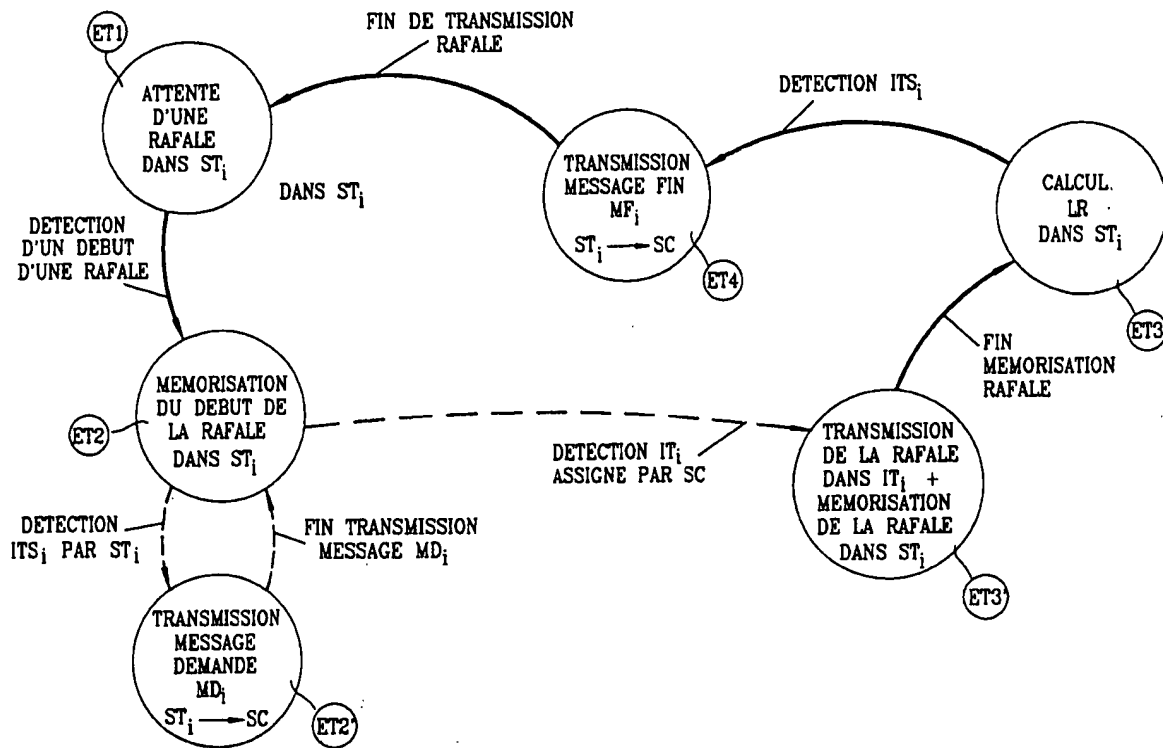
(74) Mandataire: **Martinet & Lapoux**
BP 405
F-78055 St. Quentin en Yvelines Cédex (FR)

(54) **Procédé d'allocation de ressources par réservation anticipée dans un réseau satellite à intégration de services.**

(57) L'invention concerne un procédé pour allouer une ressource dans une trame périodique d'un réseau numérique asynchrone par satellite, à chacune des rafales de cellules des connexions sporadiques transmises par des stations terriennes. Une demande d'allocation de ressource, telle qu'un intervalle de temps dans une sous-trame de données de la trame, est transmise par la station terrienne à une station centrale de gestion de réseau, dès le début de la réception de la rafale et ainsi bien avant que la station terrienne ait reçue complètement la rafale provenant de l'une de stations d'utilisateurs. Chacune des demandes d'allocation de ressource relatives aux rafales d'une connexion est satisfaite puisque la demande ne comporte aucune information sur la rafale. L'acceptation ou le refus d'une demande de connexion est décidée en fonction d'un algorithme évitant une surcharge du réseau et un effondrement de ses performances.

EP 0 535 762 A1

FIG. 4



La présente invention concerne de manière générale le contrôle de ressources pour des réseaux de télécommunications par satellite mettant en oeuvre la technique temporelle asynchrone ATM (Asynchronous Transfer Mode).

Après l'introduction des services offerts par les réseaux numériques à intégration de services à "bande étroite", les concepteurs de réseaux ont pressenti la nécessité de réaliser à moyen terme un réseau plus performant. Cette nécessité était basée sur les considérations suivantes : un réseau numérique à "bande étroite" n'autorise pas une intégration complète des services de télécommunication existants ou "futuristes". Les réseaux numériques existants ne satisfont pas pleinement les besoins en rapport avec des communications de données à très haut débit, des services engendrant un flux de trafic à caractère très sporadique, ou à plus long terme, des vidéocommunications. Ainsi la technique temporelle asynchrone ATM a été préconisée pour répondre à trois exigences : technique numérique, haut débit, et souplesse dans l'acheminement des divers types de communication.

Une stratégie internationale pour le développement de réseaux numériques à intégration de services à "large-bande" (RNIS-LB), définie par le CCITT, repose sur trois principes fondamentaux :

- une unité de transfert d'informations, appelée "cellule", ou également "paquet", qui est l'élément de base traité par tous les moyens constitutifs du réseau : terminaux, multiplexeurs et commutateurs. Typiquement une cellule ATM comprend 53 octets, 48 étant affectés à la transmission d'information et 5 au routage de la cellule dans le réseau,
- un traitement asynchrone des cellules par les divers moyens du réseau, et
- une technique en mode connecté : une communication doit être établie préalablement à tout transfert d'information. Le mode retenu est le mode "circuit virtuel" pour la transmission des cellules à travers les noeuds du réseau, du type comparable aux réseaux X.25.

Les réseaux classiques utilisant le mode circuit, composante principale du réseau numérique à intégration de services "à bande étroite", résolvent l'ensemble de leurs problèmes de contrôle de ressources à l'admission des appels dans le réseau : une fois un appel établi, une ressource à débit fixé est réservée à un usager. Bien entendu, le mode circuit ne conviendrait pas au réseau RNIS-LB pour des raisons évidentes de sous-utilisation des moyens de transmission due au caractère très sporadique de certaines communications.

La technique ATM repose, à l'opposé, sur des communications en mode-paquet et donc sur un fonctionnement en files d'attente. Néanmoins, contrairement aux techniques habituellement mises en oeuvre pour un contrôle de congestion des réseaux par paquets classiques, un surdimensionnement du réseau ou un contrôle de trafic de proche en proche entre noeuds du réseau est inconcevable pour un réseau à large-bande dans lequel les débits peuvent atteindre la centaine de Mbit/s. Les mécanismes de contrôle pénalisent sensiblement les temps de transmission et s'avèrent inefficaces. Une solution consiste à poser le problème à l'envers : si la congestion du réseau ne peut être contrôlée (dégradation des temps de transmission), elle doit être évitée par des mécanismes d'allocation de ressources lors des demandes d'accès au réseau. Mais cette condition préalable impose l'évaluation de la ressource à réserver en fonction du service : autant il est aisé de déterminer une ressource à réserver pour une demande de service à débit constant ou variable, autant il est difficile de définir une ressource à réserver pour des services à sporadicité élevée.

Lorsqu'un usager-source émet une demande d'établissement d'appel, la demande doit contenir l'adresse de destination mais également la capacité requise pour acheminer un trafic associé à la demande. Cette demande est acheminée à l'intérieur du réseau, d'un noeud à un autre, selon des chemins déterminés par un algorithme de routage. L'appel est accepté s'il existe au moins un chemin entre l'utilisateur source et la destination tel que chaque liaison internodale dudit chemin possède une capacité suffisante pour satisfaire la capacité de transmission requise par l'utilisateur. Le problème est posé : quelle capacité de débit doit être requise pour acheminer des trafics à flux très sporadiques ?

La banalisation complète de la capacité du réseau rend difficile toute réponse, les connexions interagissant entre elles.

Une modification de l'infrastructure existante du réseau téléphonique pour une réalisation d'un réseau numérique à large-bande ne peut être envisagée à moyen terme. Ces raisons sont notamment basées sur des considérations financières, les moyens à mettre en oeuvre pour l'implantation d'un réseau numérique à large-bande terrestre étant considérables. Afin de pallier cette limitation, une solution naturelle plus souple et moins coûteuse consiste en l'utilisation de réseaux à large-bande par satellite. Le problème du contrôle des ressources reste néanmoins posé en des termes équivalents, dans ce cas pour un accès à un canal satellite.

La répartition temporelle d'un canal satellite entre plusieurs stations a été envisagée principalement selon deux techniques :

- la technique aléatoire visant à banaliser les ressources mais entraînant corollairement des fluctuations dans le retard de transmission des cellules dépassant largement les limites spécifiées pour les services conversationnels, tel que le service téléphonique, et
- la technique d'accès par réservation.

5 Selon cette dernière technique, contrairement à la technique d'accès aléatoire dans laquelle une connexion entraîne implicitement une "création" d'un intervalle temporel par synchronisation, des trames sont affectées périodiquement aux communications. Un format de trame reprenant le principe AMRT et utilisé dans le protocole TDMA-Réservation est montré à la Fig.2. Une trame T_i est divisée en une sous-trame de données STD_i et une sous-trame de signalisation STS_i . Les sous-trames STD_i et STS_i sont
10 respectivement affectées à la transmission des données et à la transmission de messages de demande d'allocation/réponse d'allocation de ressource.

Selon certaines réalisations, la sous-trame STS_i a une longueur variable en fonction du débit en ligne. Pour une station terrienne ST_i effectuant une demande d'allocation de ressource, le protocole TDMA-Réservation consiste en la transmission d'un message de réservation dans un intervalle assigné ITS_i d'une
15 sous-trame de signalisation STS_i après réception complète d'une rafale de cellules générée par un service à caractère sporadique d'une station d'utilisateur. Une station centrale SC, réceptrice de tous les messages de réservation émanant de stations terriennes, affecte la capacité requise à la station terrienne ST_i lorsqu'une capacité de transmission suffisante est disponible. Ce protocole TDMA-Réservation renseigne avantageusement la station centrale SC au moyen de la sous-trame de signalisation STS_i sur une demande d'allocation
20 précise puisque la station terrienne n'émet sa demande qu'après réception complète de la rafale, et donc prise en compte de la longueur de celle-ci. Néanmoins cette gestion "store and forward" qui consiste à emmagasiner la totalité de la rafale de cellules avant de traiter une demande d'allocation, n'est pas satisfaisante pour des services introduisant des rafales très longues puisqu'une telle gestion induit des retards de transmission inacceptables pour certains services (interrogation de banques d'images).

25 La présente invention vise à remédier aux inconvénients précités et plus particulièrement à fournir un procédé pour réduire le temps nécessaire à une allocation de ressource, en transmettant une demande d'allocation de ressource dans la sous-trame de signalisation pour une rafale d'une connexion sporadique bien avant que cette rafale soit complètement reçue par la station terrienne. Pour chaque rafale de la connexion une demande d'allocation de ressource est alors transmise par une station terrienne à la station
30 centrale préalablement à la réception complète dans la station terrienne de ladite rafale. Aucune information sur les longueurs des rafales de la connexion ne pouvant alors être transmise respectivement dans les demandes d'allocation, l'invention prévoit un algorithme permettant sélectivement, d'accepter ou de refuser l'établissement d'une connexion. Après l'acceptation de la connexion, les demandes d'allocation de ressource relatives aux rafales de cette connexion sont alors satisfaites successivement, quel que soit le
35 trafic.

A cette fin, un procédé d'allocation de ressources à des stations terriennes par une station centrale dans un réseau de télécommunications temporel asynchrone par satellite, les stations terriennes recevant des rafales de cellules de données transmises par des stations d'utilisateurs au cours de connexions sporadiques respectives, lesdites rafales étant transmises dans une sous-trame de données d'une trame
40 périodique à accès multiple à répartition dans le temps, une connexion sporadique étant définie par une longueur moyenne des rafales à transmettre au cours de ladite connexion, une sporadicité et un débit maximum, une station terrienne ayant reçu complètement une rafale transmettant un message de fin qui inclut la longueur de la rafale, dans une sous-trame de signalisation de la trame périodique vers la station centrale afin de libérer une ressource allouée à la rafale dans la sous-trame de données lorsque toute la
45 rafale est transmise par la station terrienne, caractérisé par

- la décision d'une acceptation ou d'un refus d'une connexion sporadique donnée à établir suite à une demande de connexion sporadique dans la sous-trame de signalisation par une station terrienne, ladite décision étant déterminée en fonction d'un algorithme dans lequel les longueurs moyennes des rafales et sporadicités sont considérées comme des constantes prédéterminées et qui dépend de débits binaires maximums et de débits binaires moyens des connexions en cours et de ladite connexion donnée, le débit binaire maximum et ledit débit binaire moyen relatifs à ladite connexion sporadique donnée étant inclus dans ladite demande de connexion,
- suite à l'acceptation de la demande de connexion sporadique, la transmission d'une demande d'allocation de ressource dans la sous-trame de signalisation par la station terrienne vers la station
55 centrale en réponse au début de la réception et de la mémorisation de chacune des rafales de la connexion donnée dans la station terrienne, et
- la réservation anticipée d'une ressource sous la forme d'un intervalle temporel dans la sous-trame de données à la rafale par la station centrale dès qu'un intervalle de temps de la sous-trame de données

est libéré afin que la station terrienne puisse commencer à transmettre la rafale tout en continuant à mémoriser la rafale.

Selon une caractéristique de l'invention l'algorithme consiste, pour ladite demande de connexion sporadique, à calculer un rapport de charge équivalent pour les connexions sporadiques en cours ainsi que pour ladite connexion donnée en fonction notamment desdites constantes et des débits binaires maximums des connexions sporadiques, à calculer la somme des débits moyens des connexions sporadiques, à calculer le produit de ladite somme par ledit rapport de charge équivalent, et à accepter la demande de connexion lorsque ledit produit est inférieur à une capacité totale disponible pour les connexions sporadiques.

L'invention prévoit également que des connexions à débits constants soient établies entre stations d'utilisateurs dans le réseau. L'algorithme pour une connexion à débit constant consiste alors à soustraire le débit constant à la capacité totale disponible pour établir une seconde capacité disponible pour les connexions sporadiques, à calculer ledit produit pour des connexions sporadiques en cours, et à accepter la demande de connexion à débit constant lorsque ledit produit est inférieur à la seconde capacité disponible.

D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'une réalisation préférée de l'invention en référence aux dessins annexés correspondant dans lesquels :

- les Figs.1A et 1B montrent respectivement un réseau à large-bande par satellite et une représentation temporelle d'une communication sporadique dans ce réseau;
- la Fig.2 montre un format de trame utilisée dans le protocole TDMA-Réserve selon la technique antérieure et mettant en oeuvre le mode AMRT (Accès multiple à répartition dans le temps);
- la Fig.3 est un diagramme d'états selon le protocole TDMA-Réserve;
- la Fig.4 est un diagramme d'états du procédé d'allocation de ressources selon l'invention;
- les Figs.5A, 5B, et 5C sont des diagrammes temporels d'échange de signaux à des fins de comparaison des performances entre le protocole TDMA-Réserve et le procédé selon l'invention;
- la Fig.6 est un schéma de répartition du trafic dans un réseau numérique à large-bande;
- les Figs.7, 8 et 9 sont des diagrammes pour une élaboration d'un algorithme d'acceptation/refus d'une connexion pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention;
- les Figs.10 et 11 sont des diagrammes pour expliquer des équivalences de paramètres selon le procédé selon l'invention;
- la Fig.12 montre l'algorithme d'acceptation/refus de connexion selon l'invention; et
- la Fig.13 est un bloc-diagramme schématisant d'un automate de refus/acceptation de connexion pour une implantation de l'algorithme selon l'invention.

Dans une première partie de la description ci-après, une présentation de l'intérêt du procédé selon l'invention est introduite comparativement au protocole connu TDMA-Réserve concernant l'émission par chaque station terrienne d'une transmission d'une demande d'allocation de ressource pour chaque rafale reçue. Cette comparaison pourrait être étendue à tout type de protocole connu utilisant un mode de réservation de ressource non anticipé.

Une seconde partie de la description a trait à un algorithme selon l'invention, implanté dans une station centrale et permettant de déterminer si une demande de connexion doit ou ne doit pas être acceptée. En effet, selon l'invention, les demandes d'allocation de ressource pour les rafales transmises durant une connexion sont indépendantes des caractéristiques desdites rafales et toutes doivent donc être satisfaites.

Un mode particulier de mise en oeuvre de l'invention est décrit dans la suite de la description et concerne une architecture bi-faisceaux de réseau satellite. Il sera naturellement apprécié par l'homme du métier que des modifications peuvent être introduites dans le cadre de l'invention. Par exemple, l'invention est applicable à une architecture mono-faisceau ou comportant un nombre quelconque de faisceaux de réseau satellite.

La Fig.1A représente schématiquement une architecture de réseau numérique large-bande bi-faisceaux. Le réseau établit des communications entre un groupe de premières stations d'utilisateurs $SU_1, \dots, SU_i, \dots, SU_n$ d'un premier faisceau A, et un groupe de secondes stations d'utilisateurs d'un second faisceau B (non représenté) via un satellite, par exemple dans un contexte de communications intercontinentales. Le terme "station d'utilisateurs" désigne arbitrairement un poste d'utilisateur ou terminal, ou bien un réseau local auquel est rattachée une pluralité de postes d'utilisateurs. Les stations d'utilisateurs SU_i , i étant un entier variant entre 1 et n , sont rattachées à des stations terriennes respectives ST_i , à travers des interfaces usagers IU_i .

Les stations terriennes assurent, en outre, des fonctions de modulation et de codage des informations transmises par les différentes stations d'utilisateurs pour une retransmission vers le satellite SA. Une station centrale de gestion SC assure la gestion instantanée de la ressource commune : au moins un canal satellite

à fréquence porteuse, la supervision et le contrôle des différentes stations terriennes ST_1 à ST_i , et l'établissement et la libération des connexions comme il sera vu par la suite. Dans le faisceau B (non représenté), une station de contrôle réalise une fonction dite "écho"; cette fonction "écho" consiste essentiellement à retransmettre vers le faisceau opposé, ici le faisceau A, la sous-trame de signalisation reçue de ce faisceau opposé dans des trames au format AMRT. Notamment cette fonction "écho" contribue à la retransmission de messages de demande de connexion et de demande d'allocation de ressource, transmis par les stations terriennes dans la sous-trame de signalisation, vers la station centrale SC, garante des décisions d'acceptation des connexions. Comme déjà signalé, la technique numérique à large-bande interdit un contrôle des flux entre liaisons par des procédés classiques. Des mécanismes d'allocation de ressources doivent être mis en œuvre précisément avant un accès aux ressources. C'est le rôle de la station centrale SC de gérer l'ensemble des demandes de connexion que requièrent les stations terriennes ST_i pour satisfaire le mécanisme d'allocation de ressource selon l'invention.

Suite à une acceptation de connexion par la station centrale SC à une station terrienne ST_i , des rafales de la connexion sont transmises entre la station terrienne ST_i et une autre station quelconque du faisceau B via le satellite SA.

Comme montré à la Fig.1B, les différents services sporadiques intégrés dans les différentes stations d'utilisateurs du réseau numérique à "large-bande" génèrent durant des connexions respectives des messages de longueurs variables T (ligne a), les longueurs étant exprimées en nombre de bits. Les messages transitent dans le réseau sous forme de cellules ATM (ligne b) déjà définies ci-dessus. Ces différents services numériques constituent des sources de trafic sporadique qui sont caractérisées par des intervalles de temps relativement longs IT entre des messages successifs dont les bits sont générés à un débit maximal D_{max} . Les trois paramètres suivants définissent le trafic d'une source:

- le débit binaire moyen de génération de message $D_{moy} = T_m/IT_m$, où T_m et IT_m dénotent la longueur moyenne d'un message et l'intervalle moyen séparant deux messages,
- la sporadicité SP du service de la source $SP = D_{max}/D_{moy}$, et
- la longueur moyenne des rafales exprimée en nombre de cellules.

Comme montré à la ligne b de la Fig.1B, les différents messages générés par un service numérique (ligne a) sont transmis dans le réseau numérique sous forme de cellules ATM selon la norme établie. Le mot "rafale" utilisé ci-après désigne un ensemble de cellules au format ATM provenant de la segmentation d'un message de service à caractère sporadique en des cellules transmises au débit binaire du réseau DR supérieur à D_{max} .

A des fins de simplification, il est uniquement décrit des procédés (ou protocoles) d'allocation de ressources à des stations terriennes $ST_1, \dots, ST_i, \dots, ST_n$ par la station centrale SC sans tenir compte de l'ensemble des fonctions définies dans le modèle de référence du protocole ATM pour réseau satellite, telles que segmentation de messages en rafales, cadrage des cellules transmises par les diverses stations d'utilisateurs d'un groupe et reçues par les stations terriennes respectives de ce groupe, modulation, etc. Ainsi les procédés (ou protocoles) définis tout au long de la description doivent être perçus comme des "couches" dans un modèle plus général d'interconnexion via satellite.

Les connexions établies entre les stations terriennes des deux faisceaux sont de deux types en fonction de la nature des services :

- des connexions à débit constant correspondant à des communications en "mode-circuit" et ainsi caractérisées par des trains "continus" de cellules ATM, et
- des connexions à caractère sporadique définies par des trains de cellules espacés par des intervalles de temps relativement longs.

En référence à la Fig.3, un diagramme d'états E1 à E5 pour une station terrienne ST_i établissant des connexions via le satellite SA à travers la station centrale SC, est relatif au protocole TDMA-Réserve, protocole d'allocation de ressources rafale par rafale. Ce protocole connu est mis en œuvre pour une allocation dynamique de ressources par la station centrale SC aux diverses stations terriennes afin d'établir des communications via le satellite SA. La station centrale SC gère, en outre, les allocations de ressources attribuées aux diverses stations terriennes ST_i pour des connexions à établir via le satellite SA.

Dans un premier état E1, la station terrienne ST_i est en attente d'une rafale. Comme déjà signalé, cela signifie que la station ST_i est en attente de réception d'une rafale de message produite par l'une des connexions sporadiques établies par cette station ST_i (Fig. 1A). Dès la détection du début de rafale, la station terrienne ST_i est dans un second état E2 pour mémoriser la rafale. Cette mémorisation est effectuée selon le mécanisme "store and forward" signifiant qu'aucune action n'est entreprise par la station terrienne ST_i avant une mémorisation complète de la rafale. Après la détection de la fin de la rafale, la station terrienne ST_i calcule la longueur de la rafale LR exprimée en nombre de cellules reçues (état E3), les cellules ayant une longueur constante exprimée en un nombre de bits. Après le calcul de la longueur de la

rafale, correspondant à une ressource donnée nécessaire à la station terrienne ST_i pour transmettre la rafale via le satellite SA, la station ST_i est en attente d'un intervalle temporel de signalisation ITS_i qui lui est affecté dans la trame au format AMRT montré à la Fig. 2 (état E4).

Dans un message de réservation MR_i transmis dans l'intervalle temporel ITS_i qui lui est affecté, la station terrienne ST_i transmet une demande de réservation de ressource accompagnée d'une information concernant la longueur de la rafale LR à transmettre. Un dispositif d'allocation de ressources dans la station centrale SC reçoit le message de réservation MR_i par retransmission écho d'un terminal du faisceau B. Ce dispositif d'allocation gère différentes demandes de réservation transmises au moyen de messages de réservation respectifs MR_1, \dots, MR_i par les différentes stations terriennes ST_1, \dots, ST_i afin d'allouer des ressources. Suite à la réception par la station centrale SC du message de réservation MR_i émis par la station terrienne ST_i , le dispositif d'allocation de la station centrale SC attribue des ressources à la station terrienne ST_i à l'expiration d'un temps d'attente T_a fonction du trafic dans le réseau. Cette attribution de ressources se traduit par une allocation d'un intervalle temporel IT_i dans une sous-trame de données STD_i à la station terrienne ST_i par la station centrale SC. La longueur de l'intervalle temporel IT_i assigné à la station terrienne ST_i est directement proportionnelle à la longueur de la rafale transmise dans le message de réservation MR_i . Ainsi, pour une durée fonction de la longueur LR de la rafale, une ressource (état E5) est attribuée à la station terrienne ST_i afin que cette dernière transmette l'intégralité de la rafale reçue, sous forme de cellules ATM. A la fin de la transmission de la rafale par la station terrienne ST_i correspondant à une libération de ressources ou d'intervalle temporel IT_i par la station centrale SC, la station ST_i revient dans le premier état E1 d'attente d'une rafale suivante.

Les inconvénients de l'utilisation du protocole TDMA-Réservation dans un réseau numérique à large-bande résultent de deux considérations antagonistes pour des transmissions de rafales de longues durées :

- Les "temps de réaction" du réseau doivent être très courts pour fournir aux utilisateurs des qualités de services de bon niveau dans des domaines aussi variés que l'image, l'interrogation en temps réel de bases de données, etc...
- La technique temporelle asynchrone est avant tout une technique en mode-paquet basée sur une gestion de files d'attente.

Or, comme montré dans le diagramme d'états de la Fig.3, une demande d'allocation de ressources à la station centrale SC par une station terrienne ST_i au moyen d'un message de réservation MR_i n'est réalisée que suite à la mémorisation complète de la rafale, pour une transmission de cette rafale à la station terrienne destinataire. Le dispositif d'allocation de ressources de la station centrale SC ne reçoit donc le message de réservation que suite à un délai T_1 tel que $T_1 = TR + 2T_i$, où TR est la durée de la rafale et $2T_i$ est le temps de transmission aller-retour du message de réservation entre la station terrienne ST_i et la station centrale SC (sol-satellite-sol-satellite-sol). Le message de réservation est ensuite mémorisé dans une file d'attente FIFO du dispositif d'allocation de la station centrale SC pour être traité après un temps d'attente T_a . Ainsi une ressource, c'est-à-dire en pratique un intervalle temporel IT_i d'une sous-trame de données STD_i , n'est affectée à la station terrienne ST_i par la station centrale SC qu'à l'expiration d'une durée T_2 telle que $T_2 = TR + 2T_i + T_a$.

Le temps de transmission "aller et retour" $2T_i$ et le temps d'attente T_a sont difficilement modifiables puisqu'ils dépendent de caractéristiques intrinsèques du réseau selon la réalisation choisie (capacité, lignes, implantation). Par contre la durée de la rafale TR induit des retards critiques lorsque la rafale ou le message dont elle est issue, a une longue durée (services d'images).

Le procédé selon l'invention vise principalement à réduire les délais d'allocation de ressources, comme indiqué dans le diagramme d'états ET1, ET2-ET2', ET3'-ET3 et ET4 montré à la Fig.4. Initialement dans un premier état ET1, la station terrienne ST_i est en attente d'une rafale. Lors de la détection du début d'une rafale générée durant une connexion établie par la station terrienne ST_i , c'est-à-dire d'une première cellule de la rafale, la station terrienne ST_i passe à un second état ET2 pour commencer à mémoriser la rafale. Néanmoins, contrairement au protocole TDMA-Réservation, dans cet état de mémorisation ET2, la station terrienne ST_i est en attente d'un intervalle temporel de signalisation ITS_i qui lui est propre dans les sous-trames de signalisation STS_i . Lors de la détection d'un intervalle temporel ITS_i succédant au début de la mémorisation de la rafale, la station terrienne ST_i transmet dans ce dernier un message de demande d'allocation MD_i vers la station centrale SC (état ET2'). Ce message de demande d'allocation MD_i reçu par la station centrale SC est mémorisé dans une mémoire FIFO du dispositif d'allocation de ressources. Tous les messages MD_1 à MD_i provenant des stations terriennes ST_1 à ST_i et relatifs à des demandes d'allocation de ressource sont ainsi traités selon leur ordre d'arrivée par le dispositif d'allocation; ce dispositif traite tour à tour les différentes demandes d'allocation de ressource mémorisées dans la file d'attente et attribue des ressources, matérialisées par des intervalles temporels périodiques IT_i , aux différentes stations terriennes éloignées correspondantes en fonction de la capacité de ressources disponi-

bles.

Ainsi, contrairement au protocole TDMA-Réserve dans lequel un message de réserve MR_i n'est transmis par une station terrienne ST_i que suite à une réception complète d'une rafale, le procédé selon l'invention prévoit une transmission d'un message de demande d'allocation MD_i par la station terrienne ST_i à la station centrale SC dès détection d'un début de rafale.

Après détection d'un intervalle temporel IT_i dans la sous-trame de données assigné à la station terrienne ST_i par la station centrale SC, suite au traitement du message de demande d'allocation MD_i , la station terrienne ST_i commence la transmission de la rafale dans l'intervalle IT_i . Après mémorisation complète d'une rafale, la station terrienne ST_i effectue à l'état ET3 un calcul de la longueur LR ou durée TR de la rafale mémorisée. Une information concernant la longueur de la rafale est alors transmise par la station terrienne ST_i à la station centrale SC dans un message de fin MF_i après détection d'un intervalle temporel de signalisation ITS_i , comme indiqué à l'état ET4 de la Fig.4. Le message de fin MF_i permet notamment d'informer la station centrale SC sur la longueur de la rafale afin de libérer l'intervalle assigné IT_i lorsque toute la rafale est transmise par la station terrienne via le satellite.

Pour comparer les performances du procédé selon l'invention par rapport au protocole connu TDMA-Réserve, on se réfère aux Figs. 5A, 5B et 5C qui illustre schématiquement des échanges de signaux au cours d'une communication ou connexion établie entre une station terrienne ST_i et la station centrale SC et consistant en une transmission d'une rafale.

La Fig.5A montre des longueurs LR de rafales transmises en fonction du temps t . Des instants initial t_i et final t_f délimitent dans une station terrienne ST_i la mémorisation d'une rafale transmise par une station d'utilisateurs au débit D_{max} . Des instants t'_i et t'_f ainsi que des instants t''_i et t''_f délimitent temporellement la transmission de la rafale par la station terrienne ST_i vers une station quelconque du faisceau B en utilisant respectivement le procédé selon l'invention et le protocole TDMA-Réserve.

Les Figs.5B et 5C montrent de manière schématique des phases de transmission d'une rafale entre la station terrienne ST_i et la station centrale SC respectivement selon le protocole précité et selon le procédé conforme à l'invention.

Dans la Fig.5B, relative au protocole TDMA-Réserve, la station terrienne ST_i ne transmet un message de réserve MR_i que suite à une mémorisation complète de la rafale selon le mécanisme "store and forward".

Ce message de réserve MR_i reçu par la station centrale SC après un délai de transmission $2T_i$, n'est traité par cette dernière qu'après un temps d'attente T_a correspondant à un temps de traitement du message de réserve MR_i mémorisé dans une file d'attente du dispositif d'allocation de ressources de la station centrale SC. L'allocation de ressources par la station centrale SC se traduit par celle d'un intervalle temporel IT_i dans la sous-trame de données STD_i à la station terrienne ST_i en fonction d'une information de longueur de rafale incluse dans le message de réserve MR_i et précède la transmission de la rafale par la station terrienne pendant un temps $(t''_f - t''_i)$.

Dans la Fig.5C, relative au procédé selon l'invention, un message de demande d'allocation MD_i est transmis par la station terrienne ST_i à la station centrale SC suite à un début de détection de rafale après détection d'un intervalle temporel de signalisation ITS_i . Comme il sera vu ultérieurement, un débit

$$D'_{max}$$

est alors affecté à la station terrienne ST_i par la station centrale SC, également après un temps d'attente T_a . Néanmoins, le message MD_i étant transmis dès réception d'une première cellule de la rafale par la station terrienne ST_i , les gains en temps de transmission, notamment pour des rafales de longues durées, sont conséquents.

En référence à la Fig.6 qui résume les affectations de capacités de charge de trafic dans le canal satellite, une partie de la capacité totale C_i du canal satellite est affectée à la sous-trame de signalisation STS, tandis que deux autres parties sont respectivement affectées aux connexions continues et aux connexions sporadiques établies entre stations terriennes des faisceaux A et B et sont incluses dans la sous-trame de données STD. La partie utile affectée aux connexions sporadiques est très variable, tandis que la partie affectée aux connexions continues, c'est-à-dire ayant des débits constants, varie plus lentement. En effet, l'intervalle de temps IT_i alloué à une connexion continue suite à une seule demande de connexion-allocation a une longueur constante et est périodique.

La première partie de la description montrant le principe du procédé selon l'invention comparativement au protocole TDMA-Réserve établit clairement que toute demande d'allocation de ressource pour chaque rafale transmise par une station terrienne ST_i doit être satisfaite puisqu'aucune information

concernant la capacité nécessaire pour une rafale reçue n'est transmise lors d'une demande d'allocation. Dans ce cas là, toute connexion pour une transmission de rafales ne peut être acceptée sans un risque de surcharge du réseau et d'effondrement des performances de ce dernier. Il est alors nécessaire d'établir un algorithme d'élaboration de refus/acceptation des connexions ou communications. Cet algorithme est maintenant introduit dans cette seconde partie de la description.

Du point de vue du trafic sporadique, on supposera qu'à un instant donné, I stations terriennes ST_1 à ST_I du faisceau ont établi chacune une connexion COM_1 à COM_I , bien qu'en pratique une station terrienne établit plusieurs connexions respectivement pour plusieurs terminaux d'une station d'utilisateurs qui lui est rattachée. La configuration du réseau est entièrement définie par I groupes de trois paramètres relatifs respectivement aux I connexions COM_1 à COM_I établies entre les faisceaux A et B et par un paramètre global du réseau qui est la capacité totale disponible affectée aux connexions sporadiques C_S . Les trois paramètres respectifs relatifs à chacune COM_i des connexions établies sont :

- la longueur moyenne Lm_i des rafales générées respectivement par la station terrienne ST_i au cours d'une connexion, la longueur étant exprimée en nombre de cellules,
- la sporadicité SP_i des rafales de la connexion, et
- le rapport de charge RA_i entre la capacité disponible C_S et le débit maximum

$$D_{\max}^i$$

généralisé par chaque station, la capacité étant exprimée en bit/s.

Toutes les courbes présentées dans les Figs.7, 8 et 9 ont été obtenues par simulation du comportement d'un réseau satellite numérique à intégration de services utilisant la technique temporelle asynchrone (ATM). L'outil de simulation est un ordinateur programmé en langage SIMSCRIPT. Il est notamment supposé dans la simulation réalisée que la sous-trame de signalisation STS représente au minimum 5% de la trame totale de durée 30 ms et que le délai de transmission sol-satellite-sol est de 300 ms. Les performances du réseau de ressource utilisant le mode d'allocation de ressource caractérisant l'invention et présenté dans la première partie de la description, sont mesurées en terme de retard (en secondes) entre le début de réception d'une rafale par une station terrienne donnée et la retransmission de la rafale reçue vers une station quelconque du faisceau B. Dans cette étude, les trois paramètres définis précédemment caractérisant des connexions établies respectivement entre les différentes stations terriennes ST_i du faisceau A et des stations du faisceau B sont supposés identiques; il s'agit d'une configuration homogène de connexions. Ainsi les connexions "simulées" entre les diverses stations sont caractérisées par des longueurs moyennes de rafale Lm , des sporadicités SP et des rapports de charge RA respectivement identiques. L'action de chacun des paramètres sur la performance du réseau en terme de retard, est ainsi étudiée.

Dans la Fig.7 est montré l'influence de la longueur moyenne Lm des rafales, supposée identique pour chacune des connexions établies entre les stations terriennes ST_i du faisceau A et des stations du faisceau B via la station centrale SC, sur le retard de transmission R_{99} , exprimé en secondes. Ce retard de transmission R_{99} doit être perçu comme une donnée statistique moyenne et plus précisément doit être analysé comme une probabilité à 99% d'obtenir un retard réel inférieur à R_{99} .

Dans la Fig.7, le rapport de charge C_S/D_{\max} est supposé égal à 4, et différentes courbes sont représentées pour des sporadicités respectivement égales à 23, 45 et 90. Pour des rafales courtes (inférieures à 50 cellules), l'augmentation de la longueur moyenne Lm des rafales entraîne une diminution du retard de transmission R_{99} . Ce phénomène est en accord avec le principe d'allocation de ressource selon l'invention. En effet, pour des rafales courtes transmises par les diverses stations terriennes ST_i durant des connexions respectives, les retards de transmission des messages de fin de mémorisation MF_i transmis vers la station centrale SC et contenant une information relative à la durée d'allocation de ressources pour le dispositif d'allocation de ressources dans la station centrale SC, sont d'autant plus conséquents que les rafales sont courtes. Une partie des ressources du canal satellite est alors affectée à une station terrienne pendant un temps relativement long comparativement à une transmission effective de rafales. Mis à part ce phénomène, pour des rafales supérieures à 50 cellules, une augmentation de la longueur moyenne des rafales entraîne une augmentation du retard de transmission R_{99} .

La Fig.8 illustre l'effet de la sporadicité des connexions établies entre les diverses stations terriennes du premier faisceau A et des stations du faisceau B via la station centrale SC sur le retard de transmission R_{99} .

La courbe montrée à la Fig.8 a été obtenue également par simulation d'une configuration homogène dans laquelle les trois paramètres définissant chaque connexion sont identiques. Il est à noter qu'une

augmentation de la sporadicité des connexions entraîne une augmentation du retard R_{99} .

La Fig.9 montre l'effet de l'augmentation du rapport de charge C_S/D_{\max} sur le retard de transmission R_{99} . La performance du procédé selon l'invention est améliorée lorsque la capacité disponible C_S pour les connexions sporadiques C_S augmente par rapport au débit maximal

$$D'_{\max}$$

des connexions sporadiques.

L'étude des performances d'une configuration "homogène" telle que décrite en référence aux Figs. 7, 8 et 9 est trop éloignée des conditions d'exploitation réelles pour concevoir l'implantation définitive du procédé selon l'invention dans le cadre d'un réseau numérique à intégration de services à large-bande dans lequel coexistent de nombreux services numériques caractérisés par des connexions n'ayant pas des valeurs de paramètres identiques (Sporadicité, Longueur moyenne des rafales, Rapport d'allocation). Une étude plus générale s'impose pour en déduire une implantation du procédé pour une élaboration d'un refus ou d'une acceptation d'une connexion. Les connexions sont étudiées dans le cadre de connexions hétérogènes coexistant dans le réseau et caractérisées par des paramètres pouvant prendre des valeurs différentes. L'étude de cette configuration hétérogène ne doit pas porter simultanément sur les trois paramètres caractérisant les diverses connexions établies entre stations terriennes du faisceau A et stations du faisceau B. Il est nécessaire d'étudier chacun des paramètres séparément pour déduire l'effet de l'hétérogénéité sur chacun d'eux.

Les valeurs possibles des divers paramètres caractérisant la présente simulation concernent les trois paramètres précités.

Les Figs.10 et 11 contribuent à étudier respectivement l'effet de l'hétérogénéité sur deux paramètres, longueur moyenne des rafales Lm_i et sporadicité SP_i , les deux autres paramètres respectifs RA et SP, ou Lm et RA, étant supposés homogènes.

La Fig.10 est relative à une simulation de k connexions établies respectivement par les stations terriennes via la station centrale SC, k étant par exemple égal à 50. Dans cette simulation, il est supposé que les connexions entre stations terriennes du faisceau A et stations du faisceau B sont de deux types, représentatives de services numériques de télécommunications respectifs. Toutes les communications ont une même sporadicité SP_i égale à 23 et un même rapport d'allocation

$$RA_i = C_S/D'_{\max}$$

égal à 4.

Les connexions "simulées" sont seulement différenciées par des valeurs différentes, au nombre de deux, de leur longueur moyenne de rafale respective Lm_i . Les deux valeurs possibles des longueurs de rafales sont égales à 50 et 200 cellules à des fins de simplification de simulation. L'axe des abscisses de la Fig.10 est relatif à la moyenne arithmétique

$$\langle Lm_i \rangle = (\sum_{i=1}^k Lm_i) / k$$

des longueurs de rafales des k connexions respectives. Une première courbe en trait continu montre le retard R_{99} de transmission des communications en fonction de la moyenne arithmétique $\langle Lm_i \rangle$ des longueurs des rafales respectives des k connexions. Les k connexions sont ainsi simulées avec des longueurs de rafales égales à 50, et 200 cellules, ce qui correspond à une moyenne arithmétique variant entre une moyenne minimale pour laquelle toutes les connexions sont constituées de rafales égales à 50 cellules, et une moyenne maximale pour laquelle toutes les connexions sont caractérisées par des longueurs de rafales égales à 200 cellules. Une courbe en trait discontinu est obtenue par une simulation de k connexions pour lesquelles les longueurs moyennes des rafales Lm_i respectives sont identiques et égales à la moyenne des longueurs moyennes $\langle Lm_i \rangle$ des rafales pour les k connexions dans le modèle hétérogène.

Dans la Fig. 10 les deux courbes obtenues pour les deux simulations sont très voisines, ce qui signifie que pour le procédé d'allocation de ressource selon l'invention, k connexions générant des longueurs de rafales différentes Lm_i sont équivalentes à k connexions ayant des longueurs de rafales identiques L_{eq}

égales à la moyenne des longueurs de rafales différentes Lm_i . Ceci se traduit par l'équation suivante :

$$L_{eq} = (\sum_{i=1}^k Lm_i) / k \quad (eq. 1)$$

5

La Fig.11 est relative à une simulation de k connexions établies respectivement par k stations terriennes ST_i via la station centrale SC. Pour chaque connexion "simulée", la longueur des rafales générées Lm_i est égale à 50 cellules, et le rapport de charge $RA_i = CS/D'_{max}$ est égal à 4.

10 Seule les valeurs de sporadicité varient d'une connexion établie à l'autre. A des fins de simplification de simulation, le nombre des valeurs possibles de sporadicité est limité à deux : 100 et 1000. L'axe des abscisses de la Fig.11 est relatif à la moyenne arithmétique des valeurs de sporadicité $\langle SP_i \rangle$ des k connexions, et l'axe des ordonnées est relatif au retard de transmission R_{99} en secondes.

Une première courbe en trait continu montre le retard R_{99} de transmission des connexions en fonction de la moyenne arithmétique $\langle SP_i \rangle$ des valeurs de sporadicité des k connexions, qui varie entre une moyenne arithmétique minimale pour laquelle toutes les connexions ont des valeurs de sporadicité égales à 100, et une moyenne arithmétique maximale pour laquelle les valeurs de sporadicité des k connexions sont égales à 1 000. Une courbe en trait discontinu est obtenue par une simulation de k connexions homogènes entre stations terriennes ST_i du faisceau A et des stations du faisceau B via la station centrale SC pour
20 lesquelles les valeurs de sporadicité respectives sont identiques et égales à :

$$SP_{eq} = k / \sum_{i=1}^k (1/SP_i) \quad (eq. 2)$$

25

Selon la Fig. 11, les deux courbes obtenues pour les deux simulations sont quasi-identiques ce qui signifie que selon le procédé, k connexions ayant des valeurs de sporadicité SP_i différentes sont équivalentes à k connexions ayant des valeurs de sporadicité égales à SP_{eq} .

30 S'agissant du troisième paramètre, le rapport de charge

$$RA_i = CS/D'_{max}$$

35 peut être déterminé au moyen d'une équation d'équivalence entre k connexions ayant des rapports de charge RA_i différents (configuration hétérogène en rapport de charge) et k connexions ayant des rapports de charge égaux (configuration homogène), notés RA_{eq} . Cette équation a la forme suivante :

$$RA_{eq} = F(RA_i \text{ pour les connexions } COM_i \text{ en cours}) \quad (eq.3)$$

40

Les équations précédentes (eq.1), (eq.2) et (eq.3) respectivement déduites des études des trois paramètres, longueur de rafale, sporadicité et rapport de charge, permettent de concevoir un algorithme de contrôle de charge pour l'implantation définitive du procédé selon l'invention, fondé sur les propriétés d'équivalence entre configuration homogène de connexions et configuration hétérogène de connexions, et
45 établissant l'élaboration d'un refus ou d'une acceptation d'une connexion.

Il a été vu précédemment qu'une connexion établie par l'une quelconque des stations terriennes ST_i est définie par trois paramètres, à savoir la longueur des rafales générées Lm_i , la sporadicité SP_i et le rapport de charge

50

$$RA_i = CS/D'_{max}.$$

Pour une $k^{ième}$ demande de connexion DC_i par l'une quelconque des stations terriennes ST_i , est définie une variable appelée "capacité minimale requise totale" CMR_{TOT} qui permet d'évaluer si ladite demande de
55 connexion DC_i doit être acceptée ou refusée par la station centrale SC. Une valeur de la variable CMR_{TOT} pour la $k^{ième}$ connexion dépend des 3 paramètres respectifs des $(k-1)$ connexions déjà établies ainsi que des trois paramètres de la $k^{ième}$ connexion. Ceci se traduit par l'équation :

$$CMR_{TOT} = f(Lm_1, \dots, Lm_k; \dots, SP_1, \dots, SP_k; C_S/D_{max}^1, \dots, C_S/D_{max}^k)$$

dans laquelle les paramètres entre parenthèses désignent les trois paramètres pour les k connexions établies ou à établir par des stations terriennes choisies arbitrairement.

Les considérations d'équivalence déduites des équation (eq.1) et (eq.2) permettent d'écrire l'équation précédente sous la forme :

$$CMR_{TOT} = g(L_{eq}, SP_{eq}, C_S/D_{max}^1, \dots, C_S/D_{max}^k)$$

Des données statistiques moyennes établissent que les valeurs équivalentes L_{eq} et SP_{eq} sont respectivement toujours inférieures à des limites supérieures L_{sup} et SP_{sup} , ces limites étant toujours supérieures aux longueurs moyennes Lm_i et sporadicités SP_i quelle que soit la configuration du trafic du réseau.

Ainsi l'équation s'écrit

$$CMR_{TOT} = g(L_{sup}, SP_{sup}, C_S/D_{max}^1, \dots, C_S/D_{max}^k)$$

Les valeurs L_{sup} et SP_{sup} étant par hypothèse constantes l'équation peut encore se simplifier sous la forme :

$$CMR_{TOT} = h(C_S/D_{max}^1, \dots, C_S/D_{max}^k)$$

La propriété d'équivalence entre configuration hétérogène en rapport de charge et configuration homogène en rapport de charge

$$RA_i = C_S/D_{max}^i$$

représentée mathématiquement par l'équation (eq. 3), contribue à simplifier la fonction h déterminant la capacité minimale requise totale CMR_{TOT} donnée ci-dessus.

En effet, selon l'équation (eq.3), k connexions ayant des rapports de charge différents

$$RA_1 = C_S/D_{max}^1 \text{ à } RA_k = C_S/D_{max}^k$$

sont équivalentes à k connexions ayant des rapports de charge identiques et égaux à RA_{eq} .

Pour établir la relation entre le rapport de charge RA_{eq} et la capacité minimale requise totale CMR_{TOT} , les longueurs de rafale et les sporadicités sont supposées constantes et respectivement égales à L_{sup} et SP_{sup} . Cette relation est obtenue comme décrit ci-après.

Seuls des paramètres

$$D_{max}^k$$

et

$$D_{moy}^k$$

doivent être fournis dans un message de demande de connexion DC_k pour une $k^{ième}$ connexion donnée à établir COM_k par l'une quelconque des stations terriennes. Pour la $k^{ième}$ connexion à établir, l'équation (eq.3) est utilisée, et les valeurs équivalentes des sporadicités et des longueurs moyennes de rafales des connexions sont supposées respectivement égales à SP_{eq} et L_{eq} , afin de déduire, en fonction des débits maximums des (k-1) connexions en cours et de la nouvelle $k^{ième}$ connexion à établir, un rapport de charge équivalent RA_{eq} pour les k connexions. A partir de ce résultat, l'algorithme selon l'invention présenté ci-

après prévoit le calcul d'une somme SOM des débits moyens

$$D'_{moy}$$

5

des connexions transmis dans les k demandes de connexion DC_i respectives. Le rapport de charge équivalent RA_{eq} (configuration homogène en rapport de charge) est alors multiplié par la somme des débits moyens

10

$$SOM = \sum_{i=1}^k D'_{moyi}$$

afin d'obtenir la capacité minimale requise totale CMR_{TOT} . La $k^{ième}$ connexion donnée est acceptée si cette capacité minimale requise totale CMR_{TOT} est inférieure à la capacité totale disponible pour connexions sporadiques C_s sinon elle est refusée.

L'algorithme pour l'implantation du procédé selon l'invention est maintenant présenté plus précisément en référence à la Fig.12.

Un automate d'élaboration d'acceptation/refus de connexion dans la station centrale SC reconnaît une demande de connexion DC_k pour une $k^{ième}$ connexion donnée à caractère sporadique en cours d'établissement. Cet automate utilise alors le débit maximum

$$D^k_{max}$$

25

transmis dans la demande de connexion DC_k et les débits maximum des connexions en cours préalablement mémorisés pour déduire un rapport de charge équivalent RA_{eq} relatif à toutes les connexions, conformément à l'équation (eq.3).

L'automate effectue ensuite la somme du débit moyen

30

$$D^k_{moy}$$

transmis dans la demande de connexion DC_k et des débits moyens préalablement mémorisés des (k-1) connexions en cours pour obtenir SOM.

35

La somme obtenue SOM est multipliée par le rapport de charge équivalent RA_{eq} . Le résultat de la multiplication CMR_{TOT} est comparé avec la capacité totale disponible pour les connexions sporadiques C_s . La connexion est acceptée si et seulement si cette capacité C_s est supérieure à la capacité minimale requise totale CMR_{TOT} .

40

Dans le cas d'une connexion à caractère continu, la capacité requise pour celle-ci influence dynamiquement la capacité disponible C_s relative aux connexions à caractère sporadique.

Selon l'algorithme, à droite dans la Fig. 12, pour une nouvelle demande de connexion donnée à caractère continu de débit D à établir, une nouvelle capacité disponible relative aux connexions sporadiques C'_s est déduite par soustraction du débit D à la capacité disponible C_s précédant la demande de la nouvelle connexion donnée. La capacité minimale requise totale CMR_{TOT} , pour les communications sporadiques établies est calculée comme précédemment et comparée à la nouvelle capacité disponible C'_s . Si cette nouvelle capacité C'_s est supérieure à la capacité CMR_{TOT} , la connexion est acceptée, sinon elle est refusée. Ainsi, dans le cas d'une demande de connexion à caractère continu, la connexion est acceptée si cette dernière n'affecte pas la capacité totale requise pour les connexions sporadiques en cours, de telle sorte que celles-ci soient interrompues.

50

Un schéma de l'automate d'élaboration d'un refus/acceptation d'une connexion dans la station centrale SC pour une implantation de l'algorithme précité, est montré à la Fig.13. Le circuit comprend un microprocesseur 130, une mémoire ROM de programme 131, une mémoire des débits maximums

55

$$D^i_{max}$$

des connexions en cours 132, une mémoire des débits moyens

$$D_{moy}^i$$

des connexions en cours 133, une file FIFO 134, un circuit de réception 135 et un circuit d'émission 136. La mémoire de programme 131 mémorise un programme en langage de bas niveau correspondant à l'algorithme montré à la Fig.12.

Les mémoires 131, 132, 133 et 134, et le microprocesseur 130 sont reliés au moyen d'un bus d'adresse BA et d'un bus de données BD.

La sous-trame de signalisation STS, convoyant les messages de demande de connexion DC_i retransmise en un canal écho vers le faisceau A est reçue et décodée par le circuit de réception 135 pour être appliqué au microprocesseur 130. Le circuit de réception 135 assure notamment des fonctions de démodulation, décodage et synchronisation. Lorsqu'une connexion est acceptée, suite à un calcul effectué par le microprocesseur selon l'algorithme présenté à la Fig. 12 notamment en lisant les débits maximums dans la mémoire 132 pour déduire un rapport de charge équivalent RA_{eq} , et en lisant les débits moyens dans la mémoire 133 pour calculer la capacité minimale requise totale CMR_{TOT} à partir de RA_{eq} , le dispositif d'allocation de ressource tel que présenté dans la première partie de la description est utilisé pour chaque rafale de cette connexion, sans être affecté par les autres demandes de connexion en cours.

Revendications

1. Procédé d'allocation de ressources à des stations terriennes (ST_i) par une station centrale (SC) dans un réseau de télécommunications temporel asynchrone par satellite (SA), les stations terriennes recevant des rafales de cellules de données transmises par des stations d'utilisateurs (SU_i) au cours de connexions sporadiques respectives, lesdites rafales étant transmises dans une sous-trame de données (STD_i) d'une trame périodique (T_r) à accès multiple à répartition dans le temps (AMRT), une connexion sporadique (COM_i) étant définie par une longueur moyenne (L_m) des rafales à transmettre au cours de ladite connexion, une sporadicité et un débit maximum

$$(D_{max}^i),$$

une station terrienne (ST_i) ayant reçu complètement une rafale transmettant un message de fin (MR_i , MF_i) qui inclut la longueur de la rafale, dans une sous-trame de signalisation (STS_i) de la trame périodique (T_r) vers la station centrale (SC) afin de libérer une ressource allouée à la rafale dans la sous-trame de données (STD_i) lorsque toute la rafale est transmise par la station terrienne, caractérisé par

- la décision d'une acceptation ou d'un refus d'une nouvelle connexion sporadique donnée à établir (COM_k) suite à une demande de connexion sporadique (DC_k) dans la sous-trame de signalisation (STS_i) par une station terrienne (ST_i), ladite décision étant déterminée en fonction d'un algorithme dans lequel les longueurs moyennes des rafales et sporadicités sont considérées comme des constantes prédéterminées (L_{eq} , SP_{eq}) et qui dépend de débits binaires maximums et de débits binaires moyens des connexions en cours et de ladite connexion donnée, le débit binaire maximum

$$(D_{max}^k)$$

et ledit débit binaire moyen

$$(D_{moy}^k)$$

relatifs à ladite connexion sporadique donnée étant inclus dans ladite demande de connexion (DC_k).

- suite à l'acceptation de la demande de connexion sporadique, la transmission d'une demande d'allocation de ressource (MD_i) dans la sous-trame de signalisation (STS_i) par la station terrienne (ST_i) vers la station centrale (SC) en réponse au début de la réception et de la mémorisation de chacune des rafales de la connexion donnée dans la station terrienne, et

- la réservation anticipée d'une ressource sous la forme d'un intervalle temporel (IT_i) dans la sous-trame de données (STD_i) à la rafale par la station centrale dès qu'un intervalle de temps de la sous-trame de données est libéré afin que la station terrienne puisse commencer à transmettre la rafale tout en continuant à mémoriser la rafale.

- 5
2. Procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que ledit algorithme consiste, pour ladite demande de connexion sporadique (DC_k), à calculer un rapport de charge équivalent (RA_{eq}) pour les connexions sporadiques en cours ainsi que pour ladite connexion donnée (COM_k) en fonction notamment desdites constantes et des débits binaires maximums des connexions sporadiques

$$(D'_{max}) ,$$

10

à calculer la somme (SOM) des débits moyens

$$(D'_{moy})$$

15

des connexions sporadiques, à calculer le produit (CMR_{TOT}) de ladite somme (SOM) par ledit rapport de charge équivalent (RA_{eq}), et à accepter la demande de connexion (DC_k) lorsque ledit produit (CMR_{TOT}) est inférieur à une capacité totale disponible pour les connexions sporadiques (C_s).

- 20
3. Procédé conforme à la revendication 2, dans lequel des connexions à débits constants (D) sont établies par les stations terriennes à travers ledit réseau, caractérisé en ce que ledit algorithme pour une demande de connexion à débit constant consiste à soustraire le débit constant (D) à la capacité totale disponible (C_s) pour établir une seconde capacité disponible (C'_s) pour les connexions sporadiques, à calculer ledit produit (CMR_{TOT}) pour des connexions sporadiques en cours, et à accepter la demande de connexion à débit constant lorsque ledit produit (CMR_{TOT}) est inférieur à la seconde capacité disponible (C'_s).

- 25
- 30
4. Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdites constantes prédéterminées (L_{eq} , SP_{eq}) sont respectivement égales à des limites supérieures (L_{sup} , SP_{sup}) des longueurs moyennes des rafales (L_m) et des sporadicités (SP_i) de toutes les connexions.

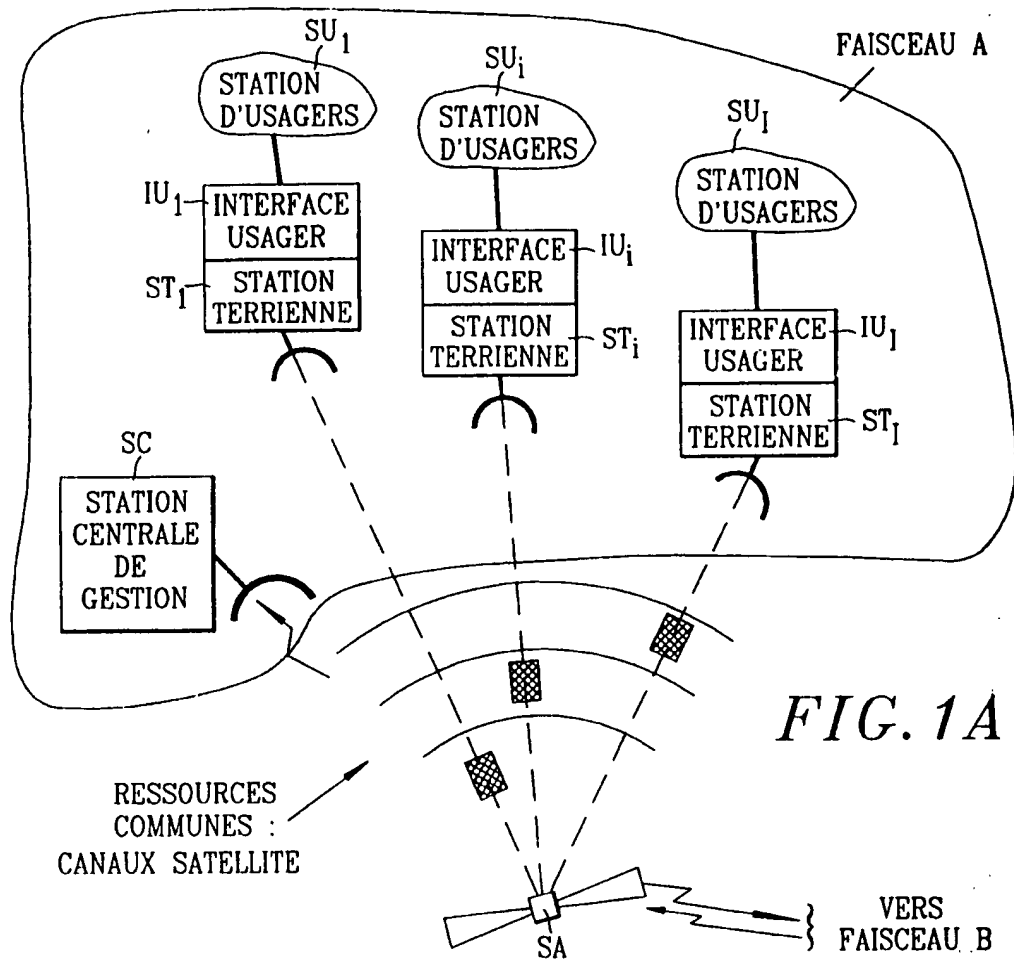


FIG. 1A

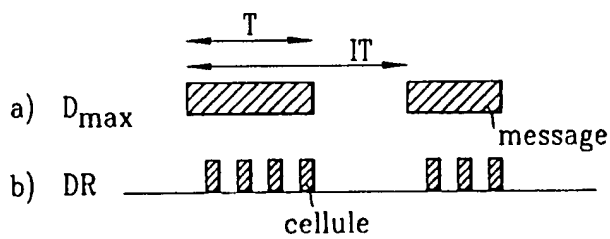


FIG. 1B

FIG. 2

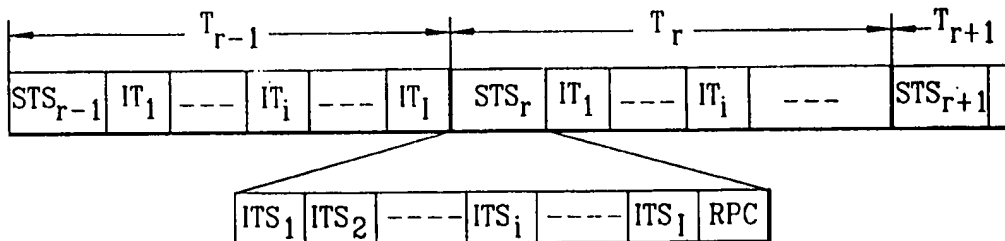
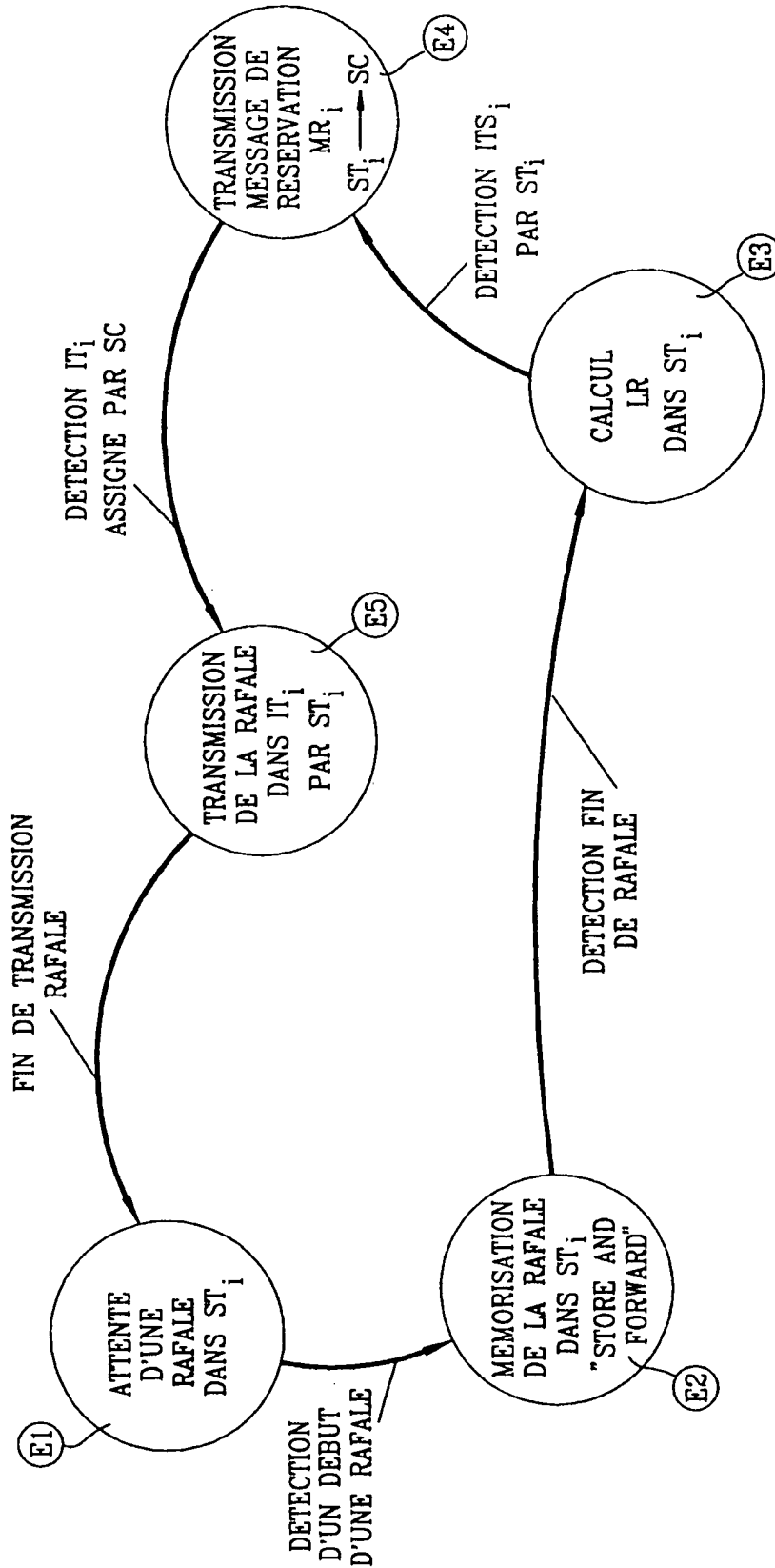


FIG. 3

(TECHNIQUE ANTERIEURE)



TDMA-RESERVATION

FIG. 4

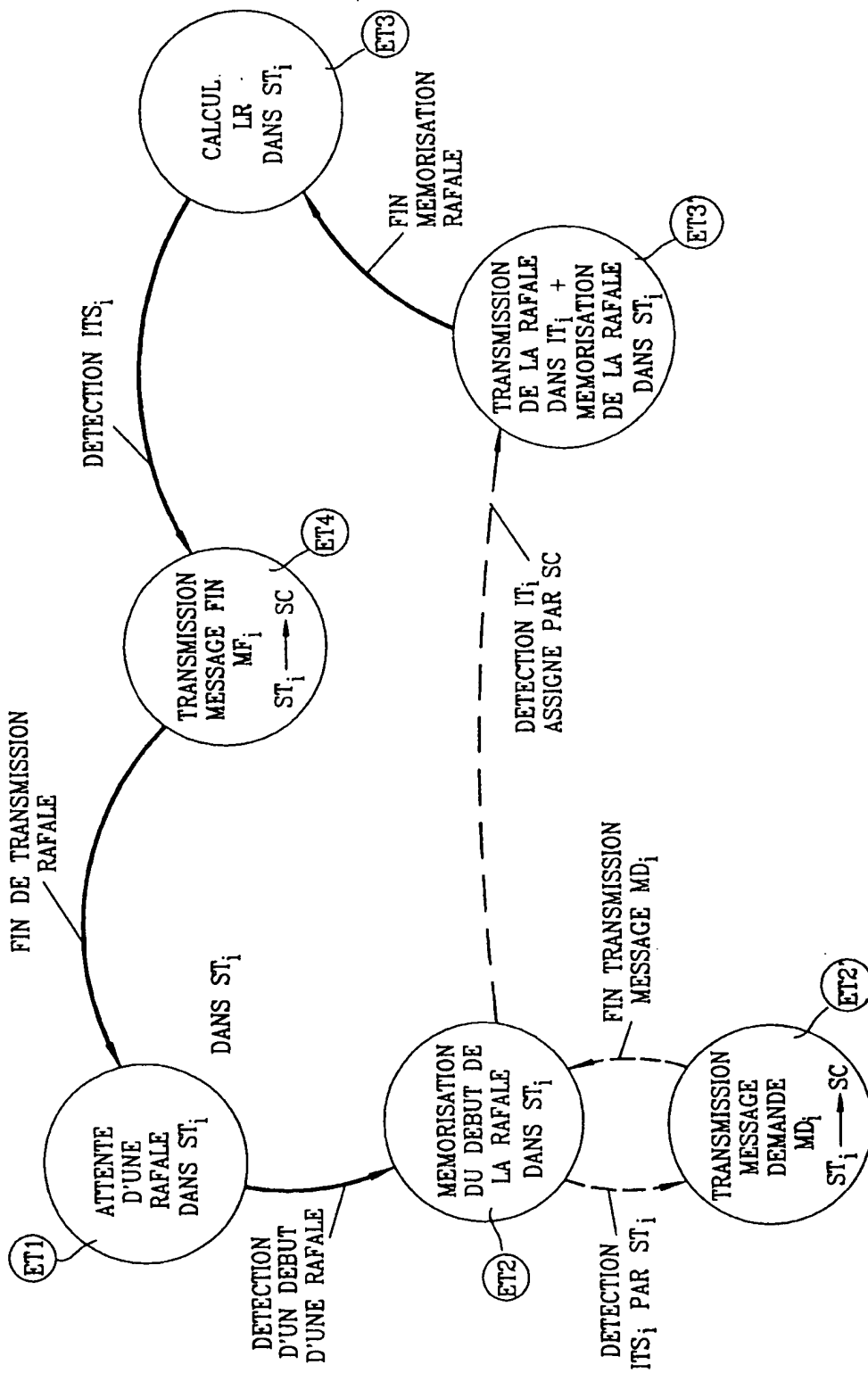


FIG. 5A

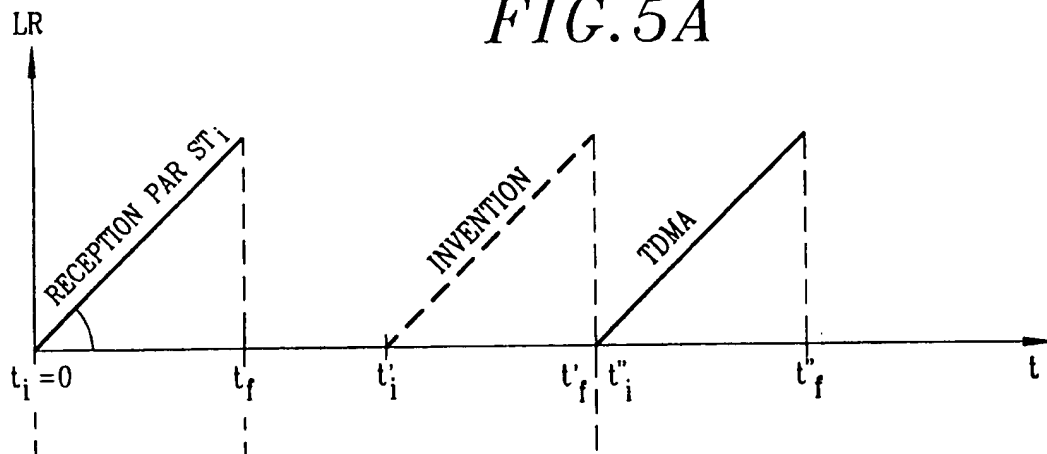


FIG. 5B

(TECHNIQUE ANTERIEURE)

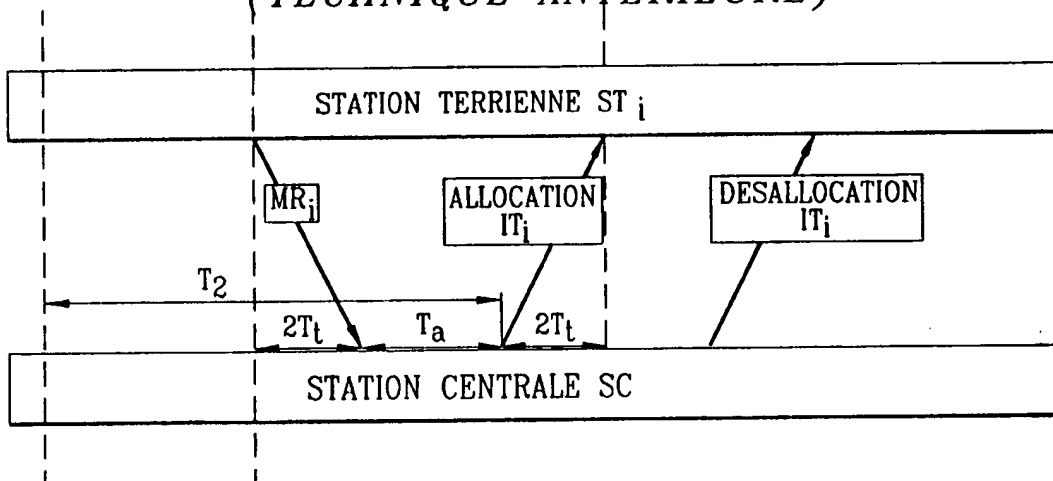


FIG. 5C

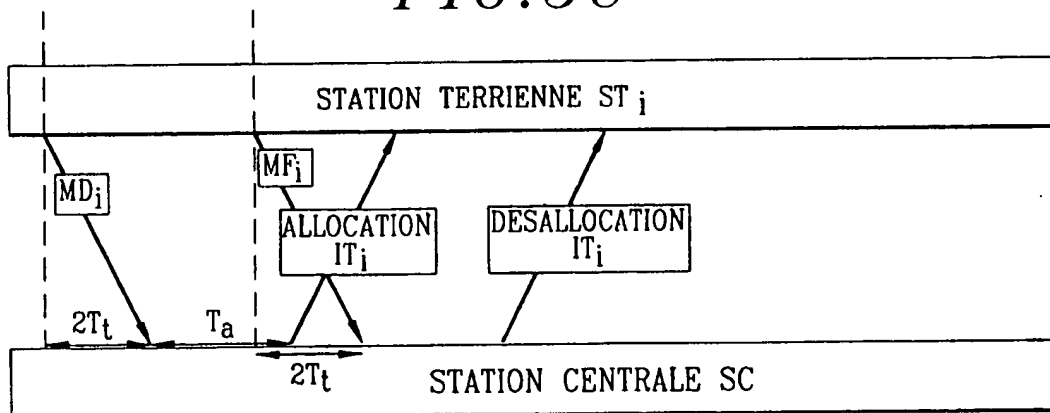


FIG. 6

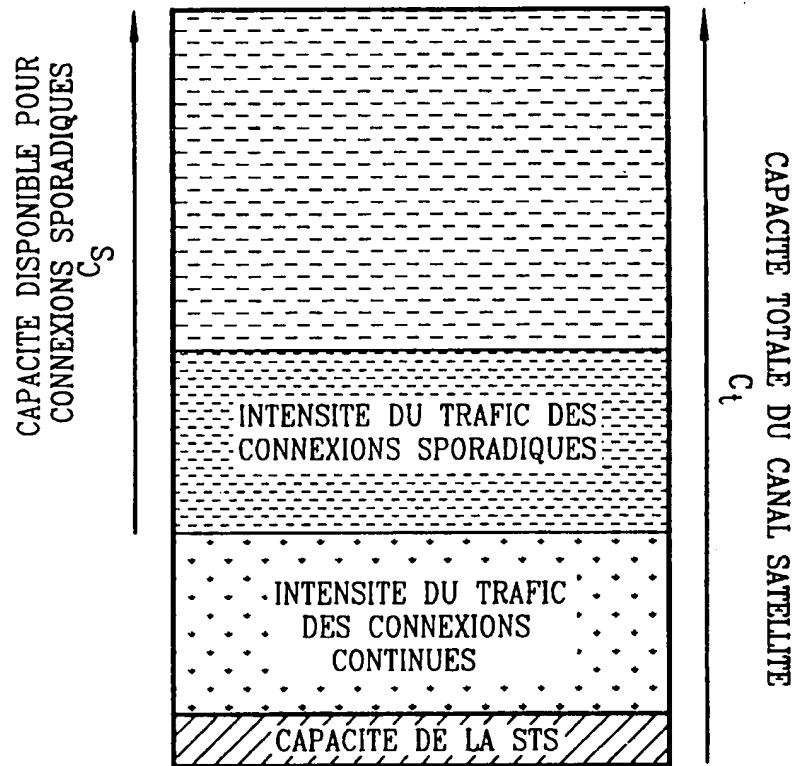
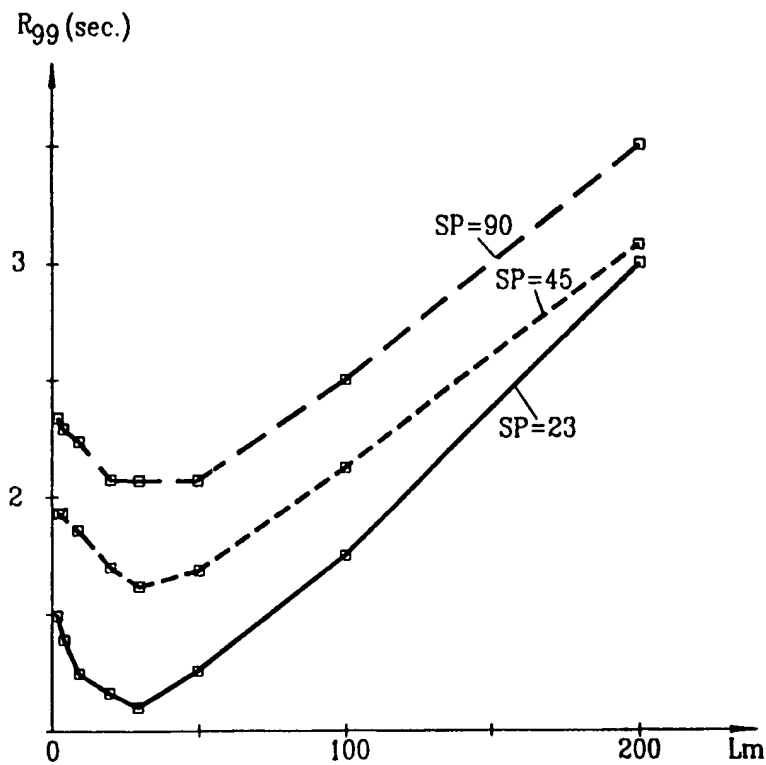


FIG. 7



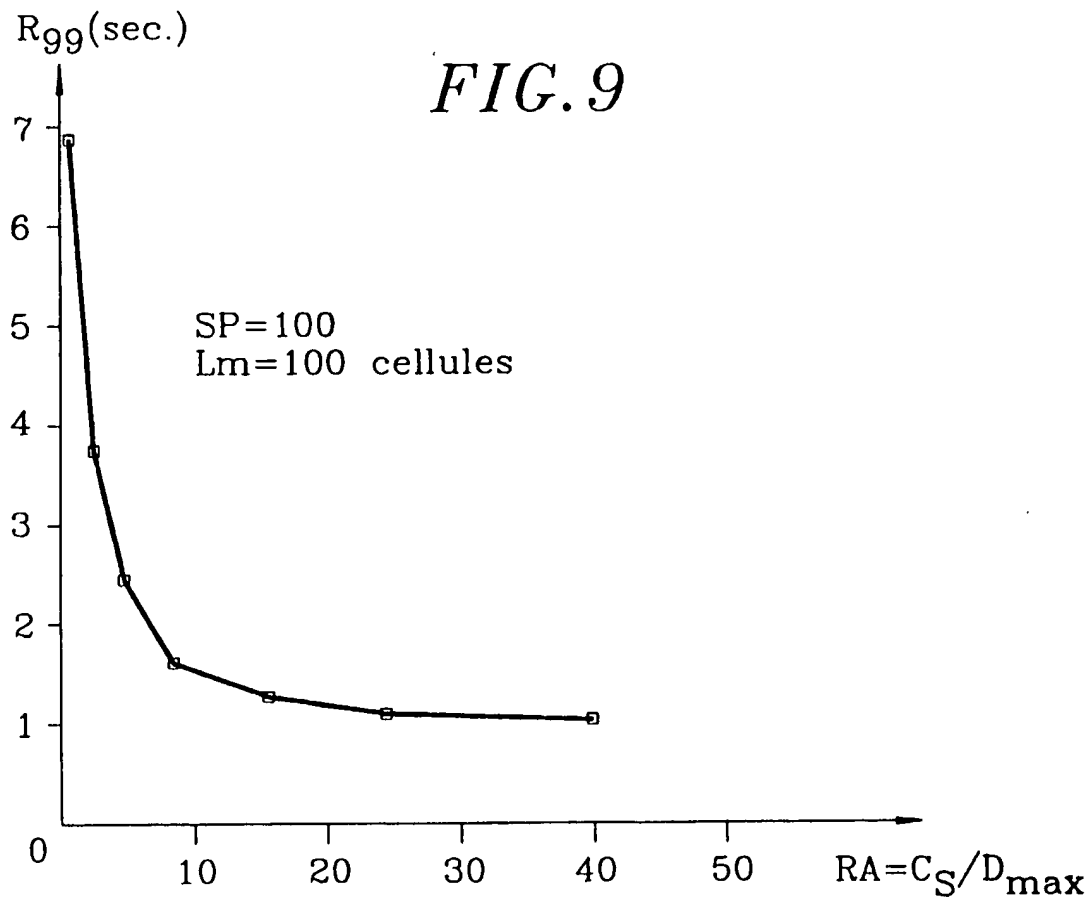
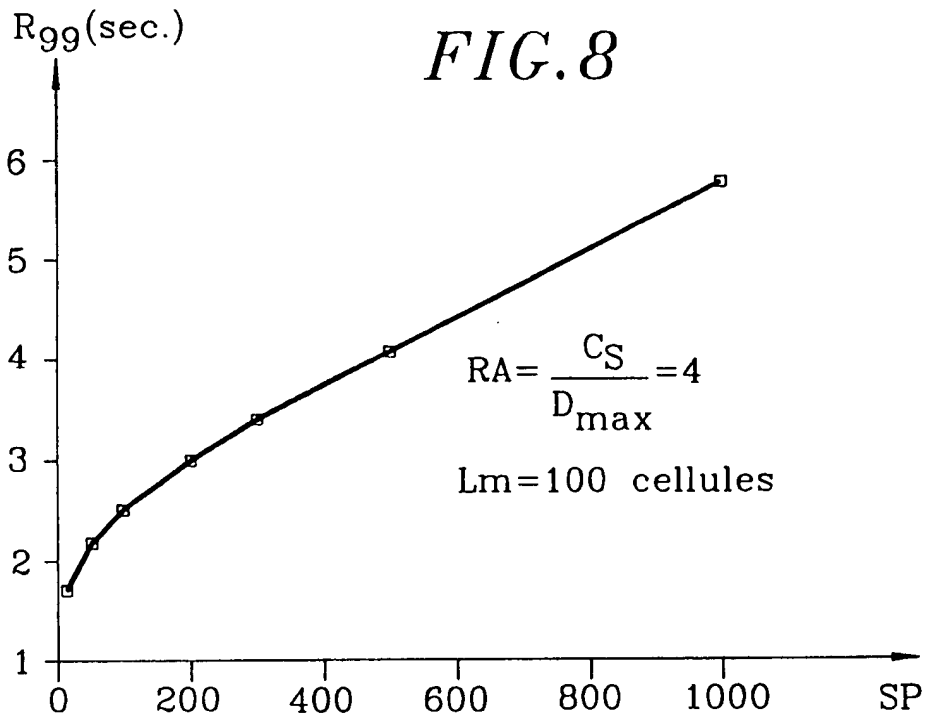


FIG. 10

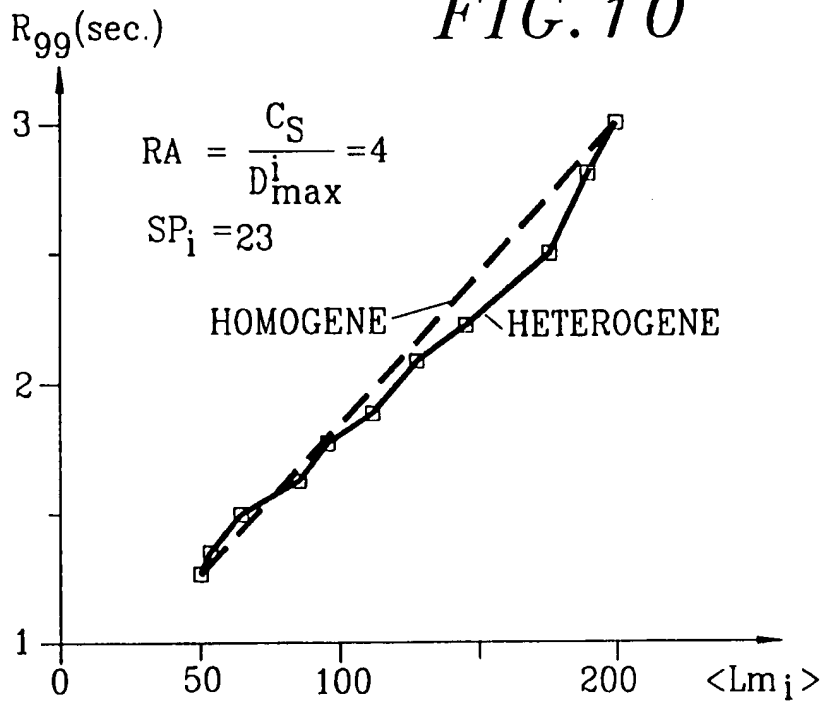


FIG. 11

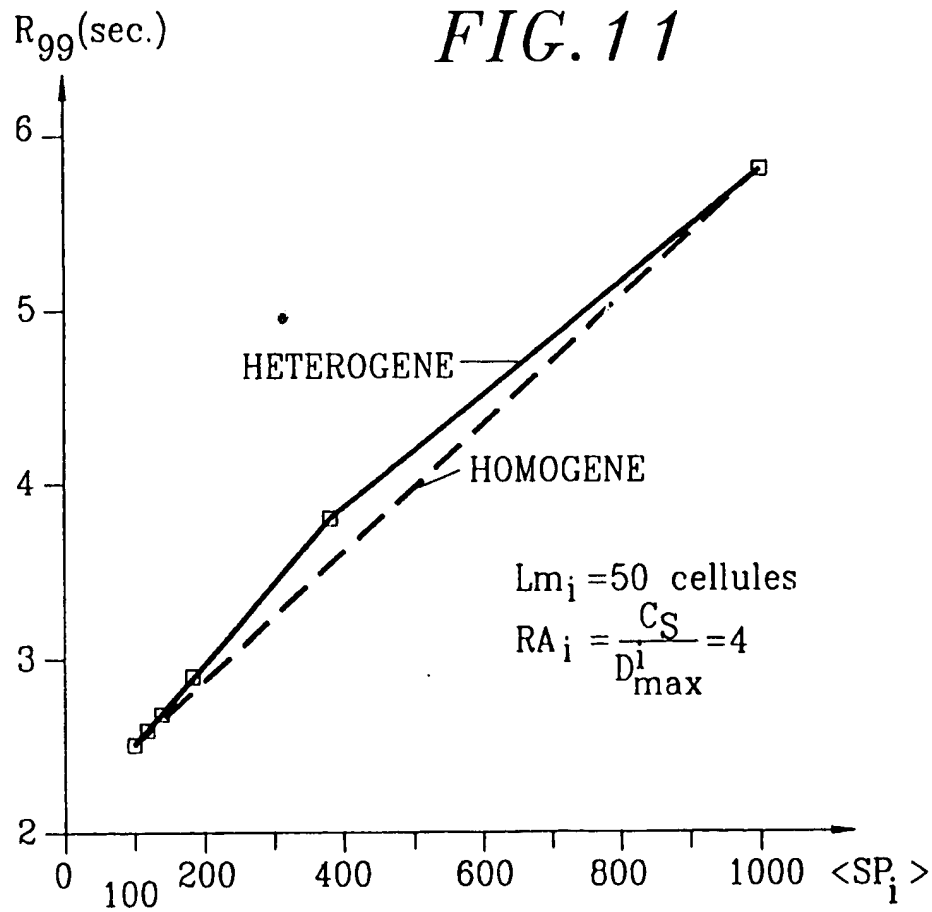


FIG. 12

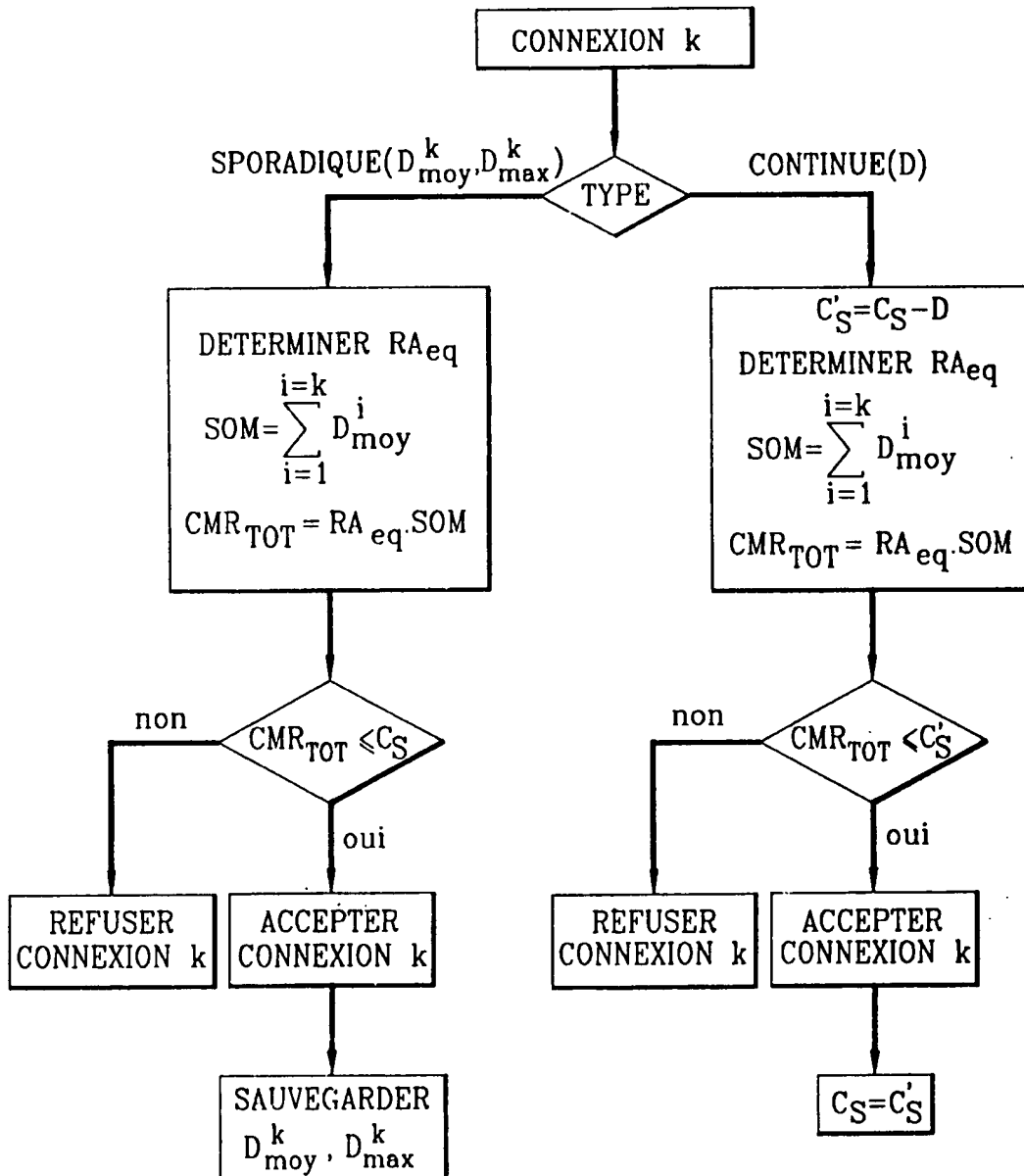
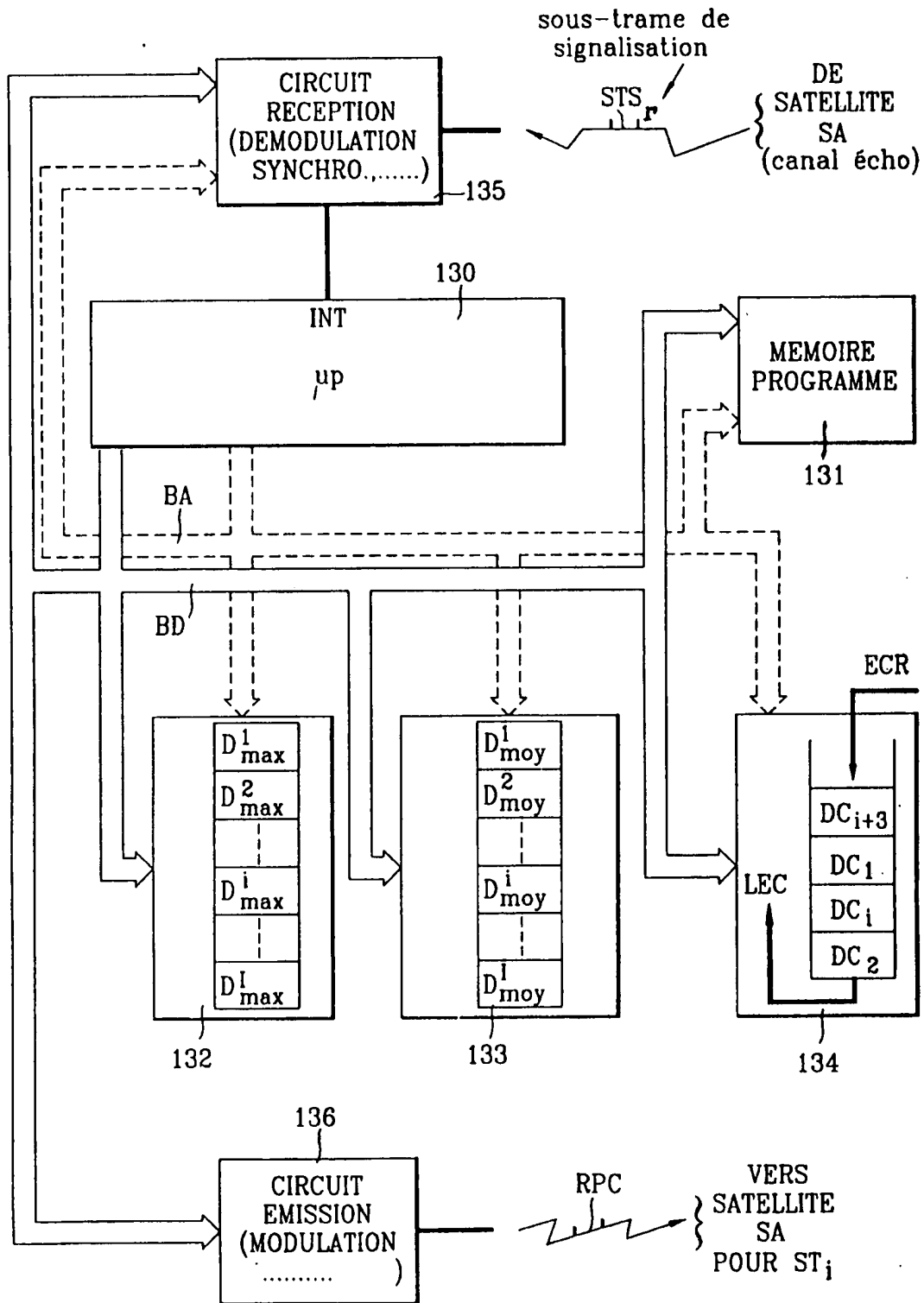


FIG. 13





Numero de la demande

Page 1

Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y	PROCEEDINGS OF THE IEEE. vol. 79, no. 2, Février 1991, NEW YORK US pages 170 - 189 J.J. BAE ET AL. 'Survey of Traffic Control Schemes and Protocols in ATM Networks' * page 174, colonne de droite, alinéa 6 - page 175, colonne de droite, alinéa 2 * * page 176, colonne de gauche, alinéa 7 - page 176, colonne de droite, alinéa 1 * A * page 176, colonne de droite, alinéa 4 - page 177, colonne de gauche, alinéa 1 * * page 180, colonne de droite, alinéa 5 - page 181, colonne de gauche, alinéa 1 * ---	1 2-4	H04L5/22 H04J13/00 H04B7/15 H04L12/56 H04J3/16
Y	US-A-4 736 371 (TEJIMA ET AL) * colonne 1, ligne 58 - colonne 2, ligne 32 * * colonne 2, ligne 59 - colonne 2, ligne 68 * * colonne 3, ligne 54 - colonne 3, ligne 66 * * colonne 7, ligne 28 - colonne 7, ligne 42 * * figures 1,2A * ---	1	
A	INFOCOM'89. 23. - 27 Avril 1989; OTTAWA, CA vol. 2; pages 632 - 640 F. DELLI PRISCOLI ET AL. : ' ACCESS AND SWITCHING TECHNIQUES IN AN ATM USER-ORIENTED SATELLITE SYSTEM ' * abrégé * * page 637, colonne de gauche, alinéa 4 - colonne de droite, alinéa 4 * * page 637, colonne de droite, alinéa 7 * * page 638, colonne de gauche, alinéa 4 * * figure 2 * ---	1-3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H04B H04L H04J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19 NOVEMBRE 1992	Examinateur PIEPER T.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 20 3053
Page 2

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 433 699 (SIEMENS) * colonne 2, ligne 27 - ligne 34 * * colonne 3, ligne 26 - ligne 33 * * colonne 3, ligne 38 - ligne 43 * * colonne 4, ligne 7 - ligne 41 * -----	1,2	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19 NOVEMBRE 1992	Examinateur PIEPER T.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite F : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			